

九州工業大学 西尾 一政 加藤 光昭
福岡県工業技術センター ○中村 憲和Torsional Fatigue Characteristics of Joints bonded with Ni-Si-B-Base Brazing Sheet
-Bonding of Spheroidal Graphite Cast Irons with Ni-Base Brazing Sheet (Report 5)-

by Kazumasa Nishio, Mitsuaki Katoh and Norikazu Nakamura

キーワード：球状黒鉛鑄鉄、Ni 系ろう材、ねじり疲労、P-S-N 線図、破壊確率

Keywords: spheroidal graphite cast irons, Ni-base brazing sheet, torsional fatigue, P-S-N curve, failure probability

1. 縮言

著者らは球状黒鉛鑄鉄の接合にインサート金属として Ni 系ろう材を適用し、その接合部の引張特性及び衝撃特性を検討した^{1~4)}。その結果、引張特性では Ni-Si-B 系ろう材 MBF30 を使用した場合には接合性は非常に良く、真空中、アルゴン中及び大気中においても接合効率は 100% であり、母材と同等であった。衝撃特性では MBF30 使用した場合には 2 分間の真空中接合材の吸収エネルギーは JIS 規格値と同等であったが、接合時間を長くしたり、アルゴン中及び大気中で接合した場合には接合界面近傍の鑄鉄母材内に複炭化物 $Fe_3(C,B)$ が析出し、亀裂がこの部分を伝播して脆性破壊を生じることにより吸収エネルギーは低下することが分かった。更に、実用化を考慮した場合、ねじり疲労特性も検討しておく必要がある。

そこで、本研究では Ni-Si-B 系ろう材を用いて球状黒鉛鑄鉄同士を接合し、接合部のねじり疲労特性について検討した。

2. 使用材料及び実験方法

本研究に使用した材料は、フェライト基地球状黒鉛鑄鉄 FCD370 である。また、ろう材は、厚さ 40 μ m の Ni 系ろう材 MBF30 (Si : 4.5, B : 3mass%, Ni : Bal.) を使用した。接合は真空中、アルゴン中及び大気中で ϕ 11 \times 40mm の丸棒試験片の端面同士を突き合わせて行った。被接合面はエメリー紙 1000 番仕上げとした。接合温度は 1313K、接合圧力は 5 MPa、接合時間は 2、10 及び 30 分間とした。ねじり疲労試験片は Fig. 1 に示すように接合部が試験片の中央に位置するように、平行部径を 5 mm、平行部長さを 22.8mm に加工した。平行部はエメリー紙 1000 番で鏡面仕上げした。ねじり疲労試験は島津万能疲れ試験機 (UF-15) により 1800cycles/min の繰り返し速度で行った。疲労試験開始後、 1.0×10^7 cycles を経過した時点で破壊しない場合、その時の応力振幅を疲労限として試験を終了した。

3. 実験結果

Fig. 2 に真空中で接合時間が 2 分間の接合材のねじり疲労試験結果を P-S-N 線図で示す。母材の破壊確率 P が 10% と 90% の P-S-N 線図を斜線で併記した。母材の疲労限は 230MPa であり、破壊確率 P が 10% と 90% の時間強度差は約 50MPa であった。一方、接合材の疲労限は 220MPa であり、破壊確率 P が 10% と 90% の時間強度差は約 30MPa であった。Fig. 3 に疲労試験後の破断材の外観写真を示す。すべての接合材でこのように軸方向に対して約 45 度の方向の母材内で疲労破壊が生じた。この破壊状況は母材と同様であり、真空中で接合時間が 2 分間の接合材は母材の疲労特性と同等であった。

Fig. 4 に応力振幅を 260MPa と一定にして、真空中で接合時間を 10 及び 30 分間、接合時間が 2 分間でアルゴン中及び大気中で接合した材料のねじり疲労試験結果を示す。いずれの接合材も母材内で破壊し、疲労寿命は母材の破壊確率 P が 10% と 90% の範囲内であった。

このように、MBF30 を用いた接合材のねじり疲労特性はいずれの接合条件においても母材の疲労特性と同等であった。

4.まとめ

MBF30 を用いて真空中で接合時間を2分間とした場合の接合材は母材のねじり疲労特性と同等であった。また、応力振幅を260MPaと一定にして、真空中で接合時間を10及び30分間、接合時間が2分間でアルゴン中及び大気中で接合した材料のねじり疲労寿命も母材と同等であった。

参考文献

- 1) 中村他：Ni系ろう材を用いた球状黒鉛鑄鉄の接合（1），溶接学会全国大会講演概要，No.64（1999），196-197.
- 2) 中村他：接合部強さに及ぼす接合雰囲気の影響—Ni系ろう材を用いた球状黒鉛鑄鉄の接合（第2報）—，溶接学会全国大会講演概要，No.65（2000），118-119.
- 3) 西尾他：Ni-Si-B系ろう材を用いた接合材の衝撃特性—Ni系ろう材を用いた球状黒鉛鑄鉄の接合（第3報）—，溶接学会講演概要，No.67(2000)，232-233
- 4) 西尾他：接合部靱性に及ぼす接合雰囲気の影響—Ni系ろう材を用いた球状黒鉛鑄鉄の接合（第4報）—，溶接学会講演概要，No.68(2001)，244-245

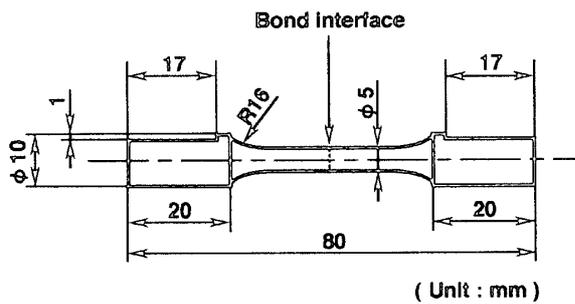


Fig.1 Shape and dimensions of a specimen for torsional fatigue test

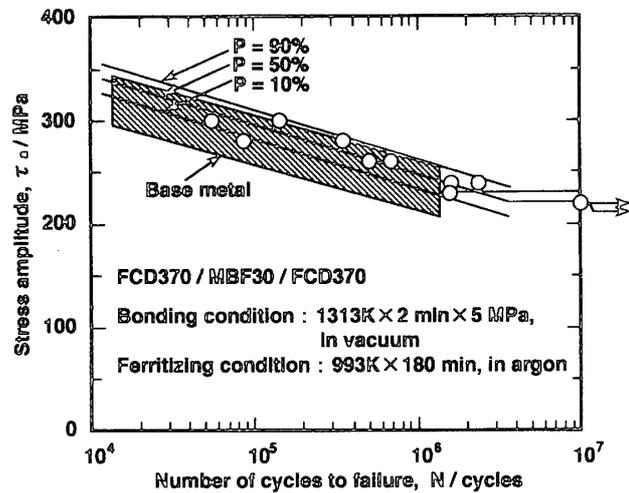


Fig.2 P-S-N curve of the joints bonded for 2 minutes under 5 MPa in vacuum

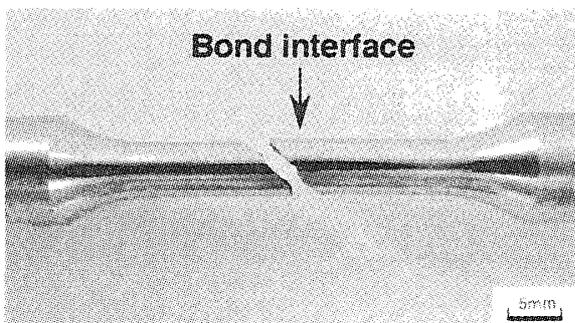


Fig.3 Macro photograph of the joints after torsional fatigue test

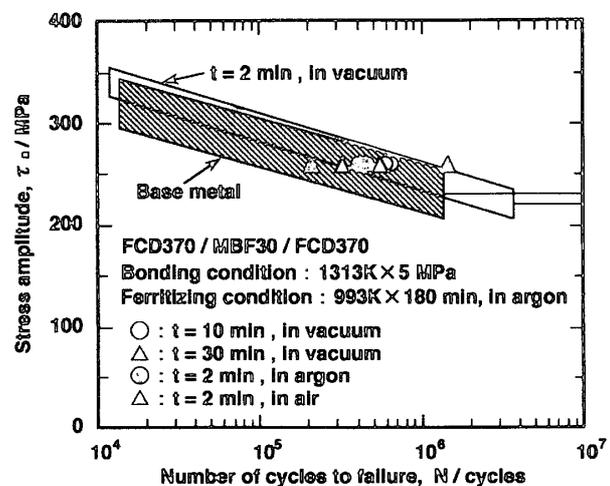


Fig.4 Results of the torsional fatigue test (τa = 260MPa)